

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

RECEIVED

16 JAN 2004

WIPO

PCT

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P26600/WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/PEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/05068	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 24.06.2002
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H04L27/26		
Anmelder ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.

2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 7 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

- ☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 5 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Bescheids
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags

25.08.2003

Datum der Fertigstellung dieses Berichts

14.01.2004

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt  
D-80298 München  
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d  
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

Keller, M

Tel. +49 89 2399-8807



**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):

**Beschreibung, Seiten**

1-12 in der ursprünglich eingereichten Fassung

**Ansprüche, Nr.**

1-28 eingegangen am 05.11.2003 mit Schreiben vom 05.11.2003

**Zeichnungen, Blätter**

1/2-2/2 in der ursprünglich eingereichten Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:
- ☐ Ansprüche,      Nr.:
- ☐ Zeichnungen,      Blatt:

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/05068

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung
- |                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Neuheit (N)                    | Ja: Ansprüche 1-28  |
|                                | Nein: Ansprüche     |
| Erfinderische Tätigkeit (IS)   | Ja: Ansprüche 1-28  |
|                                | Nein: Ansprüche     |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) | Ja: Ansprüche: 1-28 |
|                                | Nein: Ansprüche:    |

2. Unterlagen und Erklärungen:

**siehe Beiblatt**

**Zu SEKTION V:**

1. Die internationale Anmeldung PCT/EP03/05068 ist gemäß Titel auf ein Verfahren zur Entzerrung und Demodulation eines über einen zeitveränderlichen Kanal übertragenen Datensignals gerichtet. Der Anspruch 1 definiert die dazu notwendigen Verfahrensschritte.

2. Der **Stand der Technik** wird von der Anmelderin in der Beschreibung (siehe insbesondere Seiten 1 und 2, bis Zeile 22) gewürdigt und im Oberbegriff des Anspruchs 1 abgebildet.

Die im internationalen Recherchenbericht als relevant angeführten Dokumente sind **D1** und **D2**, wobei

**D1** = DIGGAVI S ET AL: 'Intercarrier interference in MIMO OFDM' 2002 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS. CONFERENCE PROCEEDINGS. ICC 2002 (CAT. NO.02CH37333), PROCEEDINGS OF IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS, NEW YORK, NY, USA, 28 APRIL-2 MAY 2002, Seiten 485-489 vol.1, XP010589542 2002, Piscataway, NJ, USA, IEEE, USA ISBN: 0-7803-7400-2

**D2:** US-B1-6 320 919 (FULGHUM TRACY ET AL) 20. November 2001 (2001-11-20)

D1 untersucht das Systemverhalten bei Mehrträgerübertragung, insbesondere für OFDM, über zeitveränderliche Kanäle. Es wird besonders der Einfluß der Zeitvariation innerhalb eines Übertragungsblocks analysiert, wobei diese Zeitvariation hervorgerufen sein könnte durch Doppler-Ausbreitung im Kanal (z.B. bedingt durch sogenannte "high-mobility applications") oder aber auch durch Synchronisationsfehler. Die daraus resultierenden negativen Effekte sind Interchannelinterferenzen (ICI) und Intersymbolinterferenzen (ISI). D1 schlägt dazu vor, im Zeitbereich Filter-gestützte ICI-Abschwächungstechniken einzusetzen, wobei dazu der zeitveränderliche Kanal mit einem Empfangsfilter kaskadiert wird, so daß der Gesamtkanal annähernd zeitunabhängig ist.

D2 bezieht sich auf die Charakterisierung der Kanalantwort in digitalen Mobilfunksystemen. In solchen Systemen werden die Signale oft reflektiert, gestreut, gebeugt, verzögert und abgeschwächt durch die Umgebung. Zudem ist

die Umgebung für das Funksignal nicht stationär bedingt durch die Mobilität des Benutzers. D2 hat zum Ziel eine Methode anzugeben, welche die Ausbreitung des modulierten Signals charakterisiert, wie den Kanal des Mobilfunksystems, welcher auf Veränderungen in der Ausbreitung reagiert. Dazu wendet D2 eine Mehrfach-Durchlauf-Demodulation an, in welcher während des zweiten Durchlaufs bereits dekodierte Symbole nochmals kodiert werden, als bekannte Symbole behandelt werden und benutzt werden, um damit den Fehler-Koeffizienten zu berechnen und anzuwenden zur Aktualisierung der Ausbreitungscharakterisierung. Die Ausbreitungscharakterisierung kann mittels eines Kanal-Trackers oder eines Mehrfachantennen-Empfängers erfolgen. Mit Blick auf die Kanal-Tracker offenbart D2 die Zuhilfenahme von z.B. Trackern des LMS-Typs oder des Kalman-Typs.

Der Nachteil im Stand der Technik ist, daß konventionelle Verfahren zur Kanalschätzung und Entzerrung auf einer Schätzung der Kanalimpulsantwort als Zeitfunktion oder im Spektralbereich basieren. Diese Kanalimpulsantwort wird mittels Trainingssequenzen und zugrunde gelegtem Kanalmodell geschätzt. Das Schätzverfahren und die Kanalmodelle können dabei nicht die Geometrie der die Verzerrung verursachenden Streuer/Scatterer berücksichtigen. Bei Mehrträger-/ Multicarrier-Verfahren (z.B. OFDM) besitzt ein realer Kanal mehrere Pfade mit unterschiedlichen Dopplershifts, welche ein konventionelles Verfahren mit der direkten Schätzung des Kanals über dessen Kanalimpulsantwort nicht nachbilden kann. Eine übliche Annahme bezüglich der zeitlichen Änderung des Kanals ist, daß zwischen den Trainingssequenzen sich die Impulsantwort nur gering bzw. nur deterministisch ändert. Somit wird implizit vorausgesetzt, daß der Kanal auf einem OFDM-Block konstant ist. Jedoch ist diese Konstanz auf einem Block bei den Mehrträger-Verfahren nicht mehr gewährleistet, wodurch die Genauigkeit der Verfahren stark leidet.

3. Die **Aufgabe der Erfindung** (vgl. Seite 2, Zeilen 24 bis 29) ist es, ein Verfahren zum Entzerren und zur Demodulation eines über einen solchen zeitveränderlichen Übertragungskanal übertragenen Datensignals zu schaffen, das diese Nachteile und Beschränkungen bezüglich der Eigenschaften des Kanals vermeidet.
4. Die Aufgabe der Erfindung wird durch das vorteilhafte Zusammenwirken der im Anspruch 1 genannten technischen Merkmalen gelöst.

Der Anspruch 1 lautet:

Verfahren zur Entzerrung und Demodulation eines über einen zeitveränderlichen Kanal nach einem Einzelträger oder Mehrträger-Datenübertragungsverfahren zu einem Empfänger übertragenen Datensignals,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß im Empfänger aus dem empfangenen Datensignal *die Streuer-Koeffizienten* Dämpfung, Verzögerung und Dopplerfrequenz *derjenigen Streuer bestimmt* werden, welche die Signalverzerrungen im Kanal hervorrufen, und

mit diesen so ermittelten Streuer-Koeffizienten das Datensignal entzerrt und anschließend demoduliert wird.

5. Das im Anspruch 1 beschriebene Verfahren entfaltet vorteilhafte Wirkungen, insbesondere hinsichtlich einer Aufwandsminimierung, wie auf Seite 10 (Zeile 17) bis Seite 11 (Zeile 14) der Beschreibung erläutert.
6. Die Gesamtheit aller technischen Merkmale des Anspruchs 1 wird durch **kein** Dokument des internationalen Recherchenberichts alleine offenbart. Der Gegenstand des Anspruchs 1 erfüllt somit das Kriterium der Neuheit (Art. 33 (1) und (2) PCT).  
Die im internationalen Recherchenbericht genannten Dokumente legen den Gegenstand des Anspruchs 1 auch **nicht** nahe. Somit sind die Anforderungen hinsichtlich einer erfinderischen Tätigkeit des beanspruchten Gegenstandes erfüllt (Artikel 33 (1) und (3) PCT).  
Gewerblich anwendbar ist der Gegenstand des Anspruchs 1 u.a. für Datenübertragungsverfahren mit Einzelträger, welche mit PSK oder QAM moduliert worden sind (vgl. Seite 6, Zeilen 1 bis 10), oder für DVB-T-Verfahren mit Mehrträgern, beispielsweise OFDM (vgl. Seite 6, Zeilen 27 bis 31). Folglich sind die Bedingungen des Artikels 33 (1) und (4) PCT hinsichtlich der gewerblichen Anwendbarkeit erfüllt.
7. Die abhängigen Ansprüche 2 bis 28 definieren spezielle Auslegungen des Verfahrens gemäß Anspruch 1, insbesondere wie die Streuer und deren Streuer-Koeffizienten bestimmt werden können. Diese abhängigen Ansprüche genügen daher gleichfalls den Anforderungen hinsichtlich Neuheit, erfinderischer Tätigkeit und gewerblicher Anwendbarkeit (Art. 33 (2) bis (4) PCT).

8. Diesem internationalen vorläufigen Prüfungsbericht liegt die Annahme zugrunde, daß alle Ansprüche die Priorität des Anmeldetags des Prioritätsdokuments genießen. Sollte sich später herausstellen, daß dies nicht zutrifft, so könnte das im internationalen Recherchenbericht angegebene Dokument

**D3:** GLIGOREVIC S ET AL: 'A new approach to tracking time-variant channels'  
5TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WIRELESS PERSONAL  
MULTIMEDIA COMMUNICATIONS. PROCEEDINGS (CAT. NO.02EX568),  
5TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WIRELESS PERSONAL  
MULTIMEDIA COMMUNICATIONS, HONOLULU, HI, USA, **27-30 OCT.**  
**2002**, Seiten 1342-1345 vol.3, XP002247193 2002, Piscataway, NJ, USA,  
IEEE, USA ISBN: 0-7803-7442-8

relevant werden.

PCT/EP03/05068  
ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG

neue Ansprüche

5

1. Verfahren zur Entzerrung und Demodulation eines über einen zeitveränderlichen Kanal nach einem Einzelträger- oder Mehrträger-Datenübertragungsverfahren zu einem Empfänger übertragenen Datensignals,

10

dadurch gekennzeichnet,

daß im Empfänger aus dem empfangenen Datensignal die Streuer-Koeffizienten Dämpfung, Verzögerung und Dopplerfrequenz derjenigen Streuer bestimmt werden, welche die Signalverzerrungen im Kanal hervorrufen, und mit diesen so ermittelten Streuer-Koeffizienten das Datensignal entzerrt und anschließend demoduliert wird.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,

20

daß die Bestimmung der Streuer-Koeffizienten und die Entzerrung des Datensignals im Zeitbereich erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2,  
gekennzeichnet durch

25

seine Anwendung bei Einzelträger-Datenübertragungsverfahren.

4. Verfahren nach Anspruch 2,  
gekennzeichnet durch

30

seine Anwendung bei Mehrträger-Datenübertragungsverfahren bei Empfang von bekannten Datenfolgen.

5. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,

35

daß die Bestimmung der Streuer-Koeffizienten und die Entzerrung des Datensignals im Frequenzbereich erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5,  
gekennzeichnet durch

40

seine Anwendung bei Mehrträger-Datenübertragungsverfahren.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Streuer-Koeffizienten über ein maximum-likelihood-  
5 Kriterium bestimmt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Streuer-Koeffizienten als Minimum der euklidischen  
10 Distanz zwischen dem Empfangssignal sowie den im Empfänger  
demodulierten Daten des Empfangssignals und aller  
möglichen Streuer-Koeffizienten ermittelt werden (Formeln  
2 und 3).
- 15 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß eine erste Bestimmung der Streuer-Koeffizienten mit  
Hilfe einer bekannten Datensequenz durchgeführt wird.
- 20 10. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die erste Bestimmung der Streuer-Koeffizienten  
blockweise über eine gesamte Datensequenz durchgeführt  
wird.
- 25 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1  
bis 6 sowie 9 und 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß für die Bestimmung der Streuer-Koeffizienten ein  
30 Kalman-Algorithmus iterativ benutzt wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1  
bis 6 sowie 9 und 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
35 daß für die Bestimmung der Streuer-Koeffizienten ein  
recursive-least-square Algorithmus iterativ benutzt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,  
dadurch gekennzeichnet,

daß die bei der ersten Bestimmung ermittelten Streuer-Koeffizienten für den anschließenden Nutzdatenempfang benutzt werden, wobei die Daten blockweise über eine gesamte Datensequenz entzerrt und demoduliert werden und  
5 mit den so blockweise entzerrten und demodulierten Daten die bei der ersten Bestimmung ermittelten Streuer-Koeffizienten korrigiert werden.

14. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,  
10 dadurch gekennzeichnet,  
daß die bei der ersten Bestimmung ermittelten Streuer-Koeffizienten für den anschließenden Nutzdatenempfang benutzt werden, wobei mit den entzerrten und demodulierten Daten die bei der ersten Bestimmung ermittelten Streuer-  
15 Koeffizienten nach einem Kalman- oder recursive-least-square-Algorithmus korrigiert werden.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 daß zur Korrektur der Streuer-Koeffizienten sowie für die Datendemodulation ein Baumsuchverfahren eingesetzt wird, bei dem für alle möglichen Datenfolgen jeweils die Streuer-Koeffizienten sowie die Metriken bestimmt werden und aus der Baumstruktur dann diejenigen Datenfolgen  
25 ausgewählt werden, welche die beste maximum-likelihood-Metrik besitzen.

16. Verfahren nach Anspruch 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
30 daß die den ausgewählten besten Datenfolgen entsprechenden Streuer-Koeffizienten im Weiteren zur Entzerrung und Demodulation benutzt werden.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16,  
35 dadurch gekennzeichnet,  
daß die Auswahl der Datenfolgen blockweise für die gesamte betrachtete Datensequenz erfolgt.

18. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Auswahl der Datenfolgen nach Erreichen einer vorgegebenen Pfadtiefe des Baumes durchgeführt wird.

- 5 19. Verfahren nach Anspruch 15 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß beim Baumsuchverfahren ein Metrik-First-Algorithmus benutzt wird.
- 10 20. Verfahren nach Anspruch 15 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß beim Baumsuchverfahren ein Breadth-First-Algorithmus benutzt wird.
- 15 21. Verfahren nach Anspruch 15 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß beim Baumsuchverfahren ein Depth-First-Algorithmus benutzt wird.
- 20 22. Verfahren nach Anspruch 15 bis 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß beim Baumsuchverfahren die Pfadtiefe bzw. die Anzahl der Pfade adaptiv gemäß den ermittelten Streuer-Koeffizienten variiert wird.
- 25 23. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 22,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß bei der Ausgabe der demodulierten Datenfolge der Metrikwert mit ausgegeben wird.
- 30 24. Verfahren nach Anspruch 15 bis 22,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zusätzlich zur Datenfolge mit der besten maximum-likelihood-Metrik auch noch weitere nächstbeste
- 35 Datenfolgen mit nächstbester maximum-likelihood-Metrik ausgegeben werden.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 24,  
dadurch gekennzeichnet,

daß beim Empfang von nach einem Code codierten Datensignalen beim Baumsuchverfahren nur die gültigen Codewörtern entsprechenden Datenfolgen berücksichtigt werden.

5

26. Verfahren nach Anspruch 25,  
dadurch gekennzeichnet,

daß beim Baumsuchverfahren unter Berücksichtigung des Codes zusätzlich ein Viterbi- oder APP-Algorithmus benutzt wird.

10

27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,

daß die erste Bestimmung der Streuer-Koeffizienten nur mit unbekannten Nutzdatenfolgen durchgeführt wird und bei der Initialisierung der Algorithmen anstelle von Training- und Synchronisationssequenzen default-Werte verwendet werden.

15

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,

20

daß die maximale Anzahl der zu berücksichtigenden Streuer-Koeffizienten in den Algorithmen anhand der jeweils vorher ermittelten Streuer-Koeffizienten angepaßt wird.